

Trabajos terminales de fin de la carrera de ingeniería para crear tecnología como ejemplo: Horno tubular de alta temperatura.

Brahim EL FILALI¹, Juan Antonio Jaramillo Gómez¹ y Mirna Salmerón Guzmán¹

¹UPIITA-Instituto Politécnico Nacional, Ciudad de México, 07738, México.

1. Introducción.

Los trabajos de fin de carrera de ingeniería puede ser un camino para crear tecnología y resolver problemas reales a varias empresas Mexicanas sin necesidad del extranjero. En la forma de resolver estos problemas se dividen en dos maneras, la primera recrear tecnología ya existente con el fin de no depender del extranjero, y la segunda forma es crear tecnología para resolver problema existente o mejorar procesos en las empresas mexicanas especialmente las medianas y pequeñas. De hecho universidades públicas como es el IPN-UPTTA ofrecen apoyo a las empresas para resolver problemas tecnológicos específicos. Varios trabajos se han llevado a cabo en UPIITA, se citen algunos:

- a) Sistema de monitoreo de contaminantes atmosféricos mediante el uso de un CubeSat.
- b) Prototipo de molino de alta energía para síntesis de nanopartículas y nano-materiales.
- c) Sistema electromecánico de alimentación alámbrica remota para vehículos aéreos no tripulados en operaciones de larga duración.
- d) Diseño, construcción e implementación de una cámara de reacción en una maquina CVD.
- e) Diseño y construcción de un prototipo para sintetizar películas delgadas semiconductoras por la técnica de Spray Pirolisis ultrasónico con atmosfera controlada.
- f) Sistema semiautomático para la detección de los puntos de destello y fuego en productos derivados del petróleo por el método de Cleveland.

Como ejemplo de estos trabajos se presenta de forma prevé el diseño y la construcción de

un horno tubular para tratamiento térmico con ambiente controlado.

El área de nanotecnología es capaz de sintetizar nuevos materiales con el fin de crear dispositivos electrónicos con mejor desempeño y alcance en varias aplicaciones. Cada día se está comprobando la importancia del uso de los semiconductores para la fabricación de dispositivos electrónicos, siendo parte fundamental en la electrónica, y se puede constatar últimamente la escases de los semiconductores debido a la pandemia, este hecho afecto varias industrias, especialmente la industria automotriz. Para la síntesis de los semiconductores es necesario en la mayoría de los casos llevar a cabo un tratamiento térmico en ambiente controlado con el fin de eliminar impurezas, mejorar la cristalización y las características ópticas.

Para lograr lo antes mencionado se necesita un horno eléctrico, pero en el mercado estos tienen un costo elevado, se compran por lo general en el extranjero y muchos de ellos no cumplen con los requerimientos deseados, además en muchos casos los investigadores no cuentan con los recursos para su adquisición.

2. *Diseño y construcción del horno.*

Sistema de control de temperatura

En esta parte se escogio un controlador comercial que cuenta con un controlador PI. El diseño de la parte de electronica de potencia como se observa en la figura 1, se basa sobre un triac para alimentar a las resistencia para poder generar la cantidad de calor suficiente para lograr una temperatura sustentible de un valor maximo de 1100°C, lo importante en esta etapa la capacidad de la resistencia de generar suficiente calor.

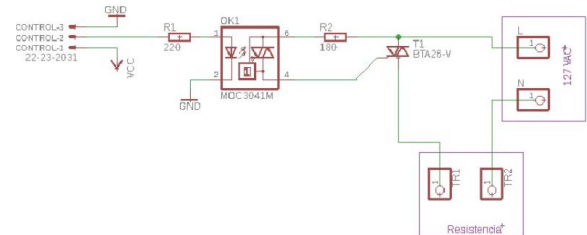


Figura 1: esquema de electronica de potencia.

El area activa del horno tubular como se presenta en la figura 2, de unos 20cm de longitud, debe tener una temperatura constante previamente definida por el usuario. Para coonocer la temperatura real se utilizo el sensor tipo K, este ultimo se conecta al controlador de temperatura, y este ultimo activa la tarjeta de potencia que se presenta en la figura 3. La camar cuenta con materila de asilamiento para evitar el escape de calor

de un lado, y de otro lado es para evitar accidente al tocar la proteccion de la misma.

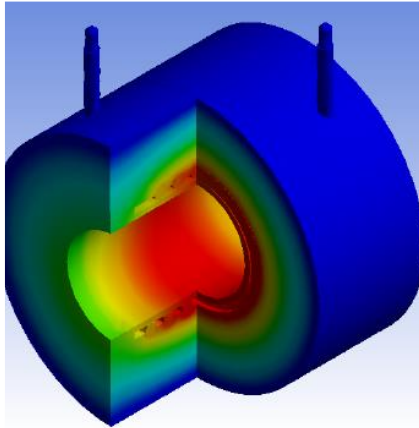


Figura 2: area activa del horno tubular electrico.



Figura 3: tarjeta de electronica de potencia

Sistema de gas inerte

El tubo esta conectado a un tanque de gas inerte como argon a traves de una valvula controlada por el usuario.

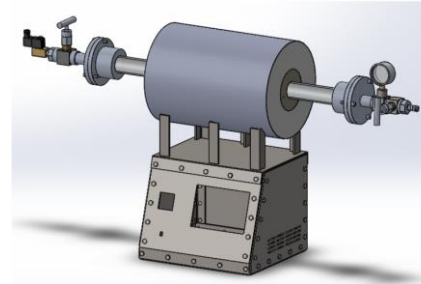


Figura 4: horno con Sistema de gas inerte

En la figura 4, se presenta el sistema gas del horno, este sistema es capaz de ser conectado a una bomba de vacío, si así el usuario lo deseada, obviamente todo el proceso del tratamiento está controlado de forma semiautomática.

Interface hombre maquina

En esta esta etapa se uso una pantalla tactil, donde se puede definir la temperatura del tratamiento termico, el tiempo de su duracion, y si se va utilizar un flujo de aire inerte durante el proceso de tratamiento termico. Cuando el proceso se termina, se desactiva el proceso de calentamiento, e inicia el proceso de enfriamiento controlado.

3. Conclusion

En este trabajo se logro alcanzar la temperatura casi e 1000°C, se pudo tabajar tambien en un vacio muy cercano de los 0.01 torrs, tambien se ralizaro pruebas con la inyeccion de gas de argon, en el mismo diseño se tuvo que introducir el sensor te temperatura muy cerca de las muestras.

Bibliografía.

1. B. A. Juárez y B. E. Ramirez, "Diseño y construcción de un horno eléctrico de ambiente controlado con control de temperatura para tratamiento térmico", tesis licenciatura, Mecatrónica, UPIITA-IPN, Ciudad de México, 2018.
2. Torchynska, T., El Filali, B., Khomenkova, L., Portier, X., and Gourbilleau, F., "Phase transformation and light emission in Er-doped Si-rich HfO₂ films prepared by magnetron sputtering.", *Journal of Vacuum Science and Technology A: Vacuum, Surfaces and Films*, Vol. 37, No. 3, pp. 1-7, May 2019.
3. VWR Store (2020), Lindberg/Blue M Mini-Mite™ Tube Furnaces, 1100°C, Thermo Scientific, [Online]. Available:<https://us.vwr.com/store/product/4787013/lindberg-blue-m-mini-mitetmtube-furnaces-1100c-thermo-scientific>.
4. V. Serifi; P. Dasiu, R. Jemenica; D. Laboviu, "Functional and Information Modeling of Production Using IDEF Methods", *Journal of Mechanical Engineering*, vol. 55, no. 2, pp. 131-140, 2009.
5. KLM Technology Group (2020), "PROCESS DESIGN OF FURNACES", Inc, April 2011. https://www.klmtechgroup.com/PDF/ess/PROJECT_STANDARDS_AND_SPECIFICATIONS.
6. Heating Element Alloy (2020), "Heating Elements–Design Considerations", 2020, <https://www.heating-elementalloy.com/article/heating-element-designfactors>.
7. Yunus A. Cengel., "Transferencia de calor y masa: Un enfoque practico", Tercera edición, Mc Graw Hill, 2007.
8. Thor Hegbom., "Integrating electrical heating elements in appliance design", Primera edición, CRC Press, 2017.
9. Fairchild Semiconductor® (2020), "MOC3052-M", 2020. <http://www.farnell.com/datasheets/301912.pdf>
10. Mouser electronics (2020), "Littelfuse thyristors Qxx25xx Series", 2020. https://www.mouser.com/datasheet/2/240/Littelfuse_Thyristor_Qxx25xx_Qxx25xHx_Datasheet.365496.pdf

Autores: Dr Brahim y Dr Jaramillo pertenecen al Sistema Nacional de Investigadores, junto con la M en C Mirna trabajan como docentes y investigadores del IPN-UPIITA con experiencia de mas de años.